

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



RECEIVED
03 FEB 2005
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 60 766.8

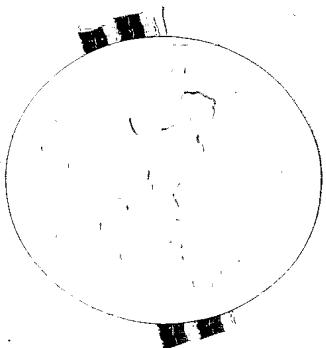
**Anmeldetag:** 23. Dezember 2003

**Anmelder/Inhaber:** Degussa AG, 40474 Düsseldorf/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung  
von Dispersionen

**IPC:** B 01 F, B 01 J

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**



München, den 21. Oktober 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Kahle

**Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Dispersionen**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung einer feinteiligen, stabilen Dispersion von Feststoffen mit einer mittleren Partikelgröße von 10 nm bis 5 10 µm, bei denen mindestens zwei Ströme einer Vordispersion über Pumpen, vorzugsweise Hochdruckpumpen, durch jeweils eine Düse in einen von einem Reaktorgehäuse umschlossenen Mahlraum auf einen Kollisionspunkt gespritzt werden, wobei der Mahlraum mit der Vordispersion geflutet ist und durch 10 Überdruck der in den Mahlraum nachströmenden Vordispersion aus dem Mahlraum entfernt wird.

Zur Herstellung feinteiliger Dispersionen stehen Vorrichtungen, wie Kugelmühlen oder Rührwerkskugelmühlen, zur Verfügung. Nachteilig bei diesen Vorrichtungen ist der 15 Abrieb der eingesetzten Mahlkörper, zum Beispiel aus Glas, Keramik, Metall oder Sand. Dieser Abrieb schränkt die Verwendung der damit erzeugten Dispersionen in Bereichen, die nur geringe Verunreinigungen tolerieren, wie zum Beispiel das Polieren empfindlicher Oberflächen ein.

20 Höhere Energieeinträge sind mit einem Planetenkneter/-mixer möglich. Die Wirksamkeit dieses Systems ist jedoch mit einer ausreichend hohen Viskosität der bearbeiteten Mischung verbunden, um die benötigten hohen Scherenergien zum Zerteilen der Teilchen einzubringen.

25 Mit Hochdruckhomogenisatoren, bei denen eine unter einem hohen Druck stehende Vordispersion gegen gepanzerte Wandbereiche einer Kammer trifft, können zwar sehr feinteilige Dispersionen erzeugt werden, es hat sich jedoch gezeigt, dass die Kammer einer solche Vorrichtung trotz der 30 Panzerung einem starken Verschleiß unterliegt. Die Teilung der Vordispersion in zwei Ströme, die über eine Düse entspannt werden und exakt aufeinandertreffen, reduziert den Abrieb, löst das Problem aber nicht. Insbesonders die Zentrierung der aufeinandergerichteten Vordispersionen ist

schwierig. Ein solches Verfahren ist beispielsweise in EP-A-766997 beschrieben.

Der Abrieb bei der Herstellung von Dispersionen wird deutlich verringert, wenn die unter hohem Druck stehenden 5 geteilten Vordispersionsströme auf einen gemeinsamen Kollisionspunkt entspannt werden, der sich in einem gasgefüllten, materialfernen Mahlraum befindet. Durch diese Anordnung soll die Kavitation an Materialwänden im Gegensatz zu den oben aufgeführten Hochdruckvorrichtungen, 10 die in einem mit Flüssigkeit gefüllten Mahlraum arbeiten, minimiert werden. Der Gasstrom übernimmt dabei auch die Aufgabe die Dispersion aus dem Mahlraum zu transportieren und die Dispersion zu kühlen (EP-B-1165224).

Nachteilig bei diesem Verfahren ist die Aufarbeitung der 15 Gas-Dispersionsgemische. Um wirtschaftlich vernünftige Durchsätze zu erzielen, müssen große Mengen an Gas eingesetzt werden. Die Abtrennung dieses Gases erfordert einen erhöhten apparativen Aufwand, wie zum Beispiel entsprechend dimensionierte Entgaser. Die aufgrund des 20 hohen Gasanteils reduzierte Wärmeleitfähigkeit erfordert, beim gegebenenfalls erforderlichen Abkühlen des Gemisches, größer dimensionierte und damit teurere Kühlvorrichtungen.

Besonders nachteilig ist dieses Verfahren in Fällen, in 25 denen der Vordispersion als Dispergierhilfsmittel oberflächenaktive Substanzen zugesetzt werden. Durch den Gaseintrag kann es zu einer unerwünschten Schaumbildung kommen, die die Aufbereitung der Dispersion sehr erschweren kann. Der Zusatz von Entschäumungsmitteln ist für viele Dispersionsanwendungen nicht geeignet, da diese 30 Zusatzstoffe negative Auswirkungen bei der Anwendung von Dispersionen haben kann.

In der deutschen Patentschrift DE10204470C1 wird der Einsatz von Wasserdampf als Gas beschrieben. Die Kollision der zu dispergierenden Teilchen findet auch hier im

materialfernen Raum statt. Durch den Einsatz von Wasserdampf können die Nachteile des Verfahrens gemäß EP-B-1165224, bei dem große Mengen an Gas, aus dem Reaktionsgemisch entfernt werden müssen, vermieden werden.

5 Dennoch erweist sich auch bei dem Verfahren DE0010204470C1, dass die Aufrechterhaltung einer Gasatmosphäre während der Dispersion wirtschaftlich nicht sinnvoll ist.

10 Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung einer feinteiligen Dispersion von Feststoffen mit einer mittleren Partikelgröße von 10 nm bis 10  $\mu\text{m}$  bereitzustellen, welche die Nachteile des Standes der Technik vermeidet. Insbesonders soll das Verfahren dazu beitragen den Verschleiß der Dispergiervorrichtung minimal zu halten, den Eintrag von Verunreinigungen durch Abrieb zu minimieren und eine einfache und ökonomische Isolierung der Dispersion nach der Dispergierung zu erlauben.

15 Es wurde nun überraschend gefunden, dass die Aufgabe durch ein Verfahren gelöst wird, bei welchem mindestens zwei Ströme einer Vordispersion über Pumpen, vorzugsweise Hochdruckpumpen, durch jeweils eine Düse in einen von einem Reaktorgehäuse umschlossenen Mahlraum auf einen Kollisionspunkt gespritzt werden, wobei der Mahlraum mit der Vordispersion geflutet ist und durch Überdruck der in den Mahlraum nachströmenden Vordispersion aus dem Reaktionsraum entfernt wird.

20 Die Erfindung ist deshalb überraschend, da der Fachmann abgehalten worden wäre, den Mahlraum geflutet zu betreiben. Nach dem Stand der Technik würde ein solches Verfahren zu einem verstärkten Materialverschleiß führen. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass die Verschleißraten nach dem erfindungsgemäßen Verfahren, verglichen mit Verfahren nach dem Stand der Technik, vergleichbar sind, wobei mit dem

erfindungsgemäßen Verfahren wesentlich höhere Durchsätze realisiert werden können.

Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Zerkleinerung, Deagglomerierung und Deaggregierung von Feststoffen.

5 Unter Vordispersion ist eine Dispersion mit einer mittleren Partikelgröße von maximal 1 mm zu verstehen.

Die flüssige Phase der Vordispersion ist nicht beschränkt. Sie kann bevorzugt aus Wasser, aus organischen Lösungsmitteln oder aus Mischungen hieraus bestehen. Die Löslichkeit der zu dispergierenden Partikel in der flüssigen Phase ist bevorzugt kleiner als 0,1 Gew.-%.

Die Vordispersion kann ferner die dem Fachmann bekannten Dispergierhilfsmittel und/oder oberflächenaktive Substanzen enthalten. Beispiele hierfür werden in Ullmann's

15 Encyclopedia of Industrial Chemistry, Vol. A8, Seite 586 bis 599, 5. Auflage gegeben.

Der Feststoffanteil, der in dem erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Vordispersion, kann in weiten Grenzen zwischen 1 und 70 Gew.-% variiert werden. Der bevorzugte Bereich beträgt zwischen 10 und 50 Gew.-%, besonders bevorzugt ist der Bereich zwischen 20 und 40 Gew.-%. Dabei ist es nicht erforderlich, dass die Vordispersion stabil ist. Ohne Einwirkung einer Dispergiervorrichtung kann es zum Absetzen des Feststoffes innerhalb kurzer Zeit kommen. Vorteilhaft ist es in einem solchen Fall jedoch, diese unmittelbar nach der Vordispersierung für das erfindungsgemäße Verfahren einzusetzen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann die Vordispersion unter einem Druck von mindestens 50 bar, bevorzugt mehr als 30 500 bar, besonders bevorzugt von 1000 bis 4000 bar in den Mahlraum gespritzt werden.

Die Dispersion kann nach Verlassen des Mahlraum abgekühlt werden. Hierzu eignen sich Wärmetauscher, wie zum Beispiel Platten- oder Rohrbündelwärmetauscher.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren kann das nach

5 Verlassen des Mahlraum erhaltene feinteilige Dispersion als solche oder mit einer Vordispersion vermischt, mehrmals in den Mahlraum eingespritzt werden. Ein mehrmaliger Durchgang kann zu kleineren Partikelgrößen in der Dispersion führen.

Als Feststoffe können organische Partikel, anorganische

10 Partikel und/oder deren Mischungen eingesetzt werden.

Organische Partikel beinhalten zum Beispiel organische Pigmente, Pulverlackharze oder Polymerpartikel.

Anorganische Partikel beinhalten zum Beispiel anorganische Pigmente, Abrasivstoffe, Füllstoffe, keramische Materialien

15 oder Ruße. Besonders vorteilhaft kann das erfindungsgemäße Verfahren zur Dispergierung von Metalloxiden, wie Aluminiumoxid, Ceroxid, Titandioxid, Siliciumdioxid, Zinkoxid, dotierten Metalloxiden und Mischoxiden eingesetzt werden. Dies können beispielsweise nasschemisch oder

20 pyrogen hergestellte Metalloxide sein.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dient eine Vorrichtung, bei der mindestens zwei Düsen mit jeweils zugeordneter Pumpe und Zuführleitung zum Spritzen der Vordispersion in einen von einem Reaktorgehäuse umgegebenen

25 Mahlraum auf einen gemeinsamen Kollisionspunkt vorgesehen sind. Ferner weist das Reaktorgehäuse eine Öffnung auf, durch die die Dispersion das Reaktorgehäuse verlässt.

Charakteristisch bei dieser Vorrichtung ist, dass die kollidierenden Strahlen der Vordispersion in einem von 30 Flüssigkeit gefluteten Raum aufeinandertreffen. Die hydrodynamische Energie der Strahlen führt am Kollisionspunkt der Strahlen zum Auftreten hoher Scher- und Kavitationskräfte.

Die Düsen können auf einen gemeinsamen Kollisionspunkt justierbar sein. Sie bestehen aus harten und dadurch verschleißarmen Materialien. Hierzu zählen Keramiken, wie Oxide, Carbide, Nitride oder Mischungen hiervon.

5 Insbesonders sind Aluminiumoxid, vorzugsweise als Saphir oder Rubin, Diamant und gehärtete Metalle besonders geeignet.

Die Düsen weisen Bohrungen mit einem Durchmesser von 0,5-2000  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 10 bis 500  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 50 bis 200  $\mu\text{m}$  auf.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform weisen die Düsen eine chemische Zusammensetzung auf, welche mit der zu dispergierenden Substanz identisch ist oder durch chemische Reaktion unter den Dispergierbedingungen identisch wird.

15 Durch diese Maßnahme kann vermieden werden, dass durch möglichen Materialabtrag der Düsen, die Dispersion kontaminiert wird. So kann beispielsweise bei Dispergierung von Aluminiumoxid, Aluminiumoxid als Düsenmaterial eingesetzt werden. Ebenso ist es möglich ein Düsenmaterial einzusetzen, welches unter den Dispergierbedingungen chemisch umgewandelt wird. So wird beispielsweise ein möglicher Abtrag von Siliciumnitrid in einer ammoniakalischen Siliciumdioxid-Dispersion zu Siliciumdioxid und Ammoniak umgewandelt.

25 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann der Kollisionspunkt von einem Material umgeben sein, welches so angeordnet ist, dass bei einer Dejustierung der Düsen der Strahl der Vordispersion mit diesem Material kollidiert. Diese Maßnahme ist geeignet, einen Verschleiß des Reaktorgehäuses durch dejustierte Dispersionsstrahlen zu minimieren. Eine mögliche Anordnung dieses Materials ist die in Form von tetraedrisch angeordneten Kugeln. Bei einer Dejustierung kollidiert der Dispersionsstrahl mit den Kugeln und nicht mit den jeweils gegenüber liegenden Wänden des Reaktorgehäuses.

Das den Kollisionspunkt umgebende Material kann bevorzugt, wie im Falle der Düsen auch, in seiner chemischen Zusammensetzung mit der zu dispergierenden Substanz identisch sein oder durch chemische Reaktion unter den 5 Dispergierbedingungen identisch werden.

### Beispiele

#### **Analysenverfahren**

Die durchschnittliche Sekundärteilchengröße wurde mit dem Zetasizer 3000 Hsa der Firma Malvern bestimmt.

#### **Beispiel Alox: Aluminiumoxid-Vordispersion**

In einem 60 l Edelstahl-Ansatzbehälter werden 36 kg VE-Wasser vorgelegt. Mit Hilfe eines Dispergier- und Saugmischers der Firma Ystral (bei 4500 UpM) werden 16,5 kg 15 Aluminiumoxid Typ C (Fa. DEGUSSA AG) eingesaugt und grob vordispersiert. Während des Einsaugens wird durch Zugabe von 50 prozentiger Essigsäure ein pH-Wert von 4,5 eingestellt und gehalten. Nach dem Pulvereintrag wird die Dispergierung mit einem Rotor/Stator Durchlaufhomogenisator Typ Z 66 der Firma Ystral mit vier Bearbeitungskränen, einer Statorschlitzbreite von 1 mm und einer Drehzahl von 11 500 UpM vervollständigt. Während dieser 15 minütigen Dispergierung mit 11 500 UpM wird der pH-Wert durch Zugabe von weiterer 50 prozentiger Essigsäure auf einen pH-Wert 25 von 4,5 eingestellt und gehalten. Es wurden insgesamt 570 g 50 prozentige Essigsäure benötigt und durch Zugabe von 1,43 kg Wasser eine Feststoff-Konzentration von 30 Gew.-% eingestellt.

#### **Beispiel SiO<sub>2</sub>: Siliciumdioxid-Vordispersion**

30 In einem 60 l Edelstahl-Ansatzbehälter werden 53 kg VE-Wasser und 80g 30%ige KOH-Lösung vorgelegt. Mit Hilfe eines Dispergier- und Saugmischers der Firma Ystral (bei 4500

UpM) werden 8 kg AEROSIL® 90 Pulver eingesaugt und grob vordispersiert. Nach dem Pulvereintrag wird die Dispergierung mit einem Rotor/Stator Durchlaufhomogenisator Typ Z 66 der Firma Ystral mit vier Bearbeitungskränen, 5 einer Statorschlitzbreite von 1 mm und einer Drehzahl von 11 500 UpM vervollständigt. Während dieser 15 minütigen Dispergierung mit 11 500 UpM wird der pH-Wert durch Zugabe von weiterer KOH-Lösung auf einen pH-Wert von 9,5 eingestellt und gehalten. Hierbei wurden weitere 96 g KOH- 10 Lösung verwendet und durch Zugabe von 2,8 kg Wasser eine Abrasivkörper-Konzentration von 12,5 Gew. % eingestellt.

**Beispiel Alox-1: Aluminiumoxid-Dispersion - Dispergierung im gefluteten Mahlraum - (gemäß Erfindung)**

Die Vordispersion wird mit einem Hochdruckhomogenisator, 15 Ultimaizer System der Firma Sugino Machine Ltd., Modell HJP-25050, jedoch mit einer Dreistrahlnkammer anstelle der im Ultimaizer System eingebauten Zweistrahlnkammer vermahlen. (Das Ultimaizer System wird nur als Hochdruckpumpe benutzt.) Die Dreistrahlnkammer teilt die 20 unter hohem Druck stehende Vordispersion in drei Teilströme auf, die jeweils über eine Düse aus Diamant (Alox-1), beziehungsweise Alox-2 aus einkristallinem Korund (farbloser Saphir) mit einem Durchmesser von 0,25 mm 25 entspannt werden. Die drei mit sehr hoher Geschwindigkeit austretenden Dispersionsstrahlen treffen in einem Kollisionspunkt zusammen, wobei der zu erzielende Dispergier-/Mahl-Effekt erreicht wird. Der Kollisionspunkt ist tetraedrisch von Kugeln (drei Basis-Kugeln je 8 mm, obere Kugel 10 mm) aus Saphir umgeben. Da alle drei 30 Flüssigkeitsstrahlen auf einer gemeinsamen gedachten Ebene liegen, beträgt der Winkel zum Nachbarstrahl jeweils 120°. Als Drucke zum Vermahlen der Aluminiumoxid-Vordispersion werden 250 MPa gewählt. Die Dispersion kann anschließend problemlos mit Hilfe eines konventionellen 35 Wärmeaustauschers abgekühlt werden. Die mittlere Partikelgröße der Partikel in der Dispersion beträgt 51 nm.

**Beispiel Alox-2** wird analog Alox-1 durchgeführt, jedoch mit Saphir als Düsen- und Kugelmaterial. Die mittlere Partikelgröße der Partikel in der Dispersion beträgt 55 nm.

5 **Beispiel SiO<sub>2</sub>-1: Siliciumdioxid-Dispersion - Dispergierung im gefluteten Mahlraum (gemäß Erfindung)**

Die Vordispersion wird mit einem Hochdruckhomogenisator, Ultimaizer System der Firma Sugino Machine Ltd., Modell HJP-25050, jedoch mit einer Dreistrahlnkammer anstelle der im Ultimaizer System eingebauten Zweistrahlnkammer vermahlen. (Das Ultimaizer System wird nur als Hochdruckpumpe benutzt.) Die Dreistrahlnkammer teilt die unter hohem Druck stehende Vordispersion in drei Teilströme auf, die jeweils über eine Düse aus mit einem Durchmesser von 0,25 mm entspannt werden. Die drei mit sehr hoher Geschwindigkeit austretenden Dispersionsstrahlen treffen in einem Kollisionspunkt zusammen, wobei der zu erzielende Dispergier-/Mahl-Effekt erreicht wird. Der Kollisionspunkt ist tetraedrisch von Kugeln (drei Basis-Kugeln je 8 mm, obere Kugel 10 mm) aus polykristallinem Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> umgeben. Da alle drei Flüssigkeitsstrahlen auf einer gemeinsamen gedachten Ebene liegen, beträgt der Winkel zum Nachbarstrahl jeweils 120°. Als Druck zum Vermahlen der Siliciumdioxid-Vordispersion wird 250 MPa gewählt. Die Dispersion kann anschließend problemlos mit Hilfe eines konventionellen Wärmeaustauschers abgekühlt werden. Die mittlere Partikelgröße der Partikel in der Dispersion beträgt 163 nm.

Die Werte der Tabelle zeigen, dass bei dem 30 erfindungsgemäßen Verfahren die Dispergierung im gefluteten Mahlraum zu Standzeiten des Düsen- und Kugelmaterials führen, die vergleichbar sind, wie bei einem Verfahren, bei dem die Dispergierung in einem gasgefüllten Mahlraum

durchgeführt wird. Auch die erreichte Teilchengröße ist praktisch die selbe.

Der Verschleiß des Düsenmaterials kann leicht an Hand der ansteigenden Durchsatzleistung ermittelt werden. Mit

5 neuwertigen Düsen, also einem Anfangsdurchmesser der Düsen von 0,25 mm und dem Einsatz einer Dreistrahlnkammer wird bei einem Druck von 250 MPa ein Durchsatz von ca. 4,3 l/Minute erreicht. Bei fortschreitendem Verschleiß wird die Düsenöffnung zunehmend größer; der Durchsatz steigt an.

10 Dieser Anstieg der Durchsatzleistung ist jedoch begrenzt durch die Leistungsfähigkeit der Hochdruckpumpe. Bei gleichem Vermahlungsdruck muss zunehmend mehr Vordispersion komprimiert werden. Der gewünschte Druck ist je nach Leistungsfähigkeit der verwendeten Hochdruckpumpe ab einem 15 bestimmten Durchsatz jedoch nicht haltbar, die Leistungsgrenze der Hochdruckpumpe ist erreicht. Bei dem hier genutzten Aggregat ist dies bei ca. 7,3 l/min der Fall.

20 Weiterhin ist auch zu berücksichtigen, dass auch die Justage bei zu stark erweiterten Düsenöffnungen nicht immer konstant bleibt, da die Vergrößerung der Düsenöffnung nicht radialsymmetrisch erfolgt. In Abhängigkeit von der Ausrichtung des üblicherweise einkristallinen 25 Düsenmaterials kann eine isotrope Abhängigkeit der Verschleißbeständigkeit unterschiedlicher Kristallisationsebenen beobachtet werden. So lassen sich bei stark erodierten Diamantdüsen hexagonale oder auch dreieckige Düsenöffnungen erhalten.

30 Da die Kugeln in wesentlich schwächerem Maße als die Düsen beansprucht werden, da ja der größte Teil der kinetischen Energie der beschleunigten Flüssigkeitsstrahlen im Kollisionspunkt als Bruchenergie verbraucht wird und/oder in Wärme transformiert wird, reicht es aus, dass die Kugeln beim Wechseln der Diamantdüsen begutachtet werden. Ein 35 beginnender Verschleiß kann leicht an Hand einer Aufrauung

der Kugeloberfläche erkannt werden. Die Kugeln können dann vorbeugend ausgetauscht werden. Da derartige Kugel in großem Umfang als zum Beispiel Kugellagerkugeln im Bereich spezieller Kugellager („Chemiepumpen“ usw.) eingesetzt  
5 werden, stellt ein rechtzeitiger Ersatz keinen großer Kostenfaktor dar.

**Tabelle: Standzeit Düsen/Kugeln der Dispergiervorrichtung<sup>(&)</sup>**

Bei- spiel	Dispergierter Stoff	Material		Standzeit Material	
		Düse	Kugeln	Düse [h]	Kugeln [Standzeit Düse x]
Alox-1	AEROXIDE® Alu C <sup>(#)</sup>	Diamant	Saphir	195	min. 10 <sup>(s)</sup>
Alox-2	AEROXIDE® Alu C	Saphir	Saphir	55	min. 40
SiO <sub>2</sub> -1	AEROSIL® 90 <sup>(*)</sup>	Diamant	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	350	min. 20

(&) Dispergierdruck 250 MPa; (#) pyrogen hergestelltes  
10 Aluminiumoxid der Fa. Degussa; (\*) pyrogen hergestelltes  
Siliciumdioxid der Fa. Degussa; (s) Standzeit Düse x min.  
10: Mindestens 10x die Standzeit des Düsenmaterial, Zeile  
2 und 3 entsprechend

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Herstellung einer feinteiligen Dispersion von Feststoffen mit einer mittleren Partikelgröße von 10 nm bis 10  $\mu\text{m}$ , bei dem mindestens zwei Ströme einer

5 Vordispersion über Pumpen, vorzugsweise Hochdruckpumpen, durch jeweils eine Düse in einen von einem Reaktorgehäuse umschlossenen Mahlraum auf einen Kollisionspunkt gespritzt werden, dadurch gekennzeichnet, dass der Mahlraum mit der Vordispersion geflutet ist und durch Überdruck der in den Mahlraum 10 nachströmenden Vordispersion aus dem Mahlraum entfernt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die flüssige Phase der Vordispersion wässrig ist.

15 3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Vordispersion Dispergierhilfsmittel und/oder oberflächenaktive Substanzen enthält.

20 4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Feststoffanteil der Vordispersion zwischen 1 und 70 Gew.-%, liegt.

25 5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Vordispersion unter einem Druck von mindestens 50 bar in den Mahlraum gespritzt wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Dispersion nach Verlassen des Mahlraumes abgekühlt wird.

30 7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die nach Verlassen des Mahlraumes erhaltene feinteilige Dispersion mehrmals in den Mahlraum eingespritzt wird.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Feststoff organische Partikel, anorganische Partikel und/oder deren Mischungen eingesetzt werden.

5 9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vordispersion mittels mindestens zweier Düsen mit jeweils zugeordneter Pumpe und Zuführleitung in einen von einem Reaktorgehäuse umgegebenen Mahlraum auf einen gemeinsamen Kollisionspunkt gespritzt wird und die Dispersion den Mahlraum durch eine Öffnung des Reaktorgehäuse verlässt.

10 15 10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen auf einen gemeinsamen Kollisionspunkt justierbar sind.

11. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen aus Oxiden, Carbiden, Nitriden, Diamant oder Mischungen hiervon bestehen.

20 12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen Bohrungen mit einem Durchmesser von 0,5-2000  $\mu\text{m}$  aufweisen.

25 13. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen in ihrer chemischen Zusammensetzung mit der zu dispergierenden Substanz identisch ist oder durch chemische Reaktion unter den Dispergierbedingungen identisch wird.

30 14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Kollisionspunkt von einem Material umgeben ist, welches so angeordnet ist, dass bei einer Dejustierung der Düsen der Strahl der Vordispersion mit diesem Material kollidiert.

15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das den Kollisionspunkt umgebende Material in seiner chemischen Zusammensetzung mit der zu dispergierenden Substanz identisch ist oder durch 5 chemische Reaktion unter den Dispergierbedingungen identisch wird.

**Zusammenfassung**

**Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Dispersionen**

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung einer  
5 feinteiligen Dispersion von Feststoffen mit einer mittleren  
Partikelgröße von 10 nm bis 10  $\mu\text{m}$ , bei dem mindestens zwei  
Ströme einer Vordispersion über Pumpen, vorzugsweise  
Hochdruckpumpen, durch jeweils eine Düse in einen von einem  
Reaktorgehäuse umschlossenen Mahlraum auf einen  
0 Kollisionspunkt gespritzt werden, wobei der Mahlraum mit  
der Vordispersion geflutet ist und durch Überdruck der in  
den Mahlraum nachströmenden Vordispersion aus dem Mahlraum  
entfernt wird.